

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02122678.4



H04L 12/54

H04L 12/66 H04L 29/06

[51] Int. Cl⁷

[11] 公开号 CN 1394045A

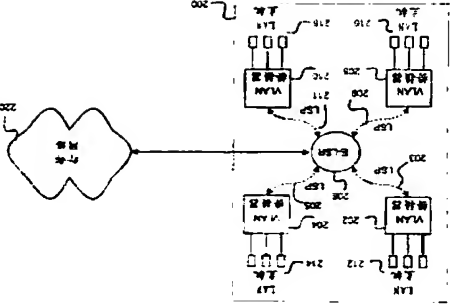
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所 代理人 吴丽丽

[22] 申请日 2002.6.20 [21] 申请号 02122678.4
[30] 优先权
[32] 2001.7.3 [33] US [31] 60/302,967
[32] 2001.9.18 [33] US [31] 09/955,371
[71] 申请人 阿尔卡塔尔互联网运行公司
地址 美国加利福尼亚州
[72] 发明人 盖·C·厄泊 杰瑞米·图夫

[54] 发明名称 具有允许 LSP 的虚拟路由的 L2/L3 网
络

[57] 摘要

本发明公开了一种具有允许 LSP 的虚拟路由的 L2/L3 网络。提供一种用于实现允许标记交换路径 (LSP) 的虚拟路由的 L2/L3 网络 (例如多协议交换 (MPLS) 网络), 该网络具有一个允许 MPLS 的路由器和若干允许 MPLS 的桥接器。路由器可位于该网络的边缘, 并且可以是出口标记交换路由器 (E-LSR)。E-LSR 可以线路速率在相同的时间用作 LSR 和/或用作多个 LSP 的入口 LSR (I-LSR)。E-LSR 可通过 LSP 从一个桥接器接收数据分组, 除去标记, 并且随后利用 IP 协议把该 PDU 发送给外部网络。另外, E-LSR 还通过 LSP 从一个桥接器接收数据分组, 除去标记, 路由或桥接该数据分组, 应用新的标记, 随后通过 LSP 将该数据分组标记交换给一个 VLAN 桥接器。



1、一种在包含通过若干标记交换路径互连的若干允许 MPLS 的桥接器和一个允许 MPLS 的路由器的 L2/L3 网络中转发协议数据单元的方法，所述方法包括下述步骤：

从桥接器桥接本地协议数据单元；

通过所述若干标记交换路径中的相应路径，把非本地协议数据单元从桥接器交换到所述路由器；和

使用所述路由器发送非本地协议数据单元。

2、按照权利要求 1 所述的转发方法，其中根据与每个协议数据单元相关的虚拟局域网选择通过其发送非本地协议数据单元的标记交换路径。

3、按照权利要求 1 所述的转发方法，其中根据每个协议数据单元中的 MAC 地址，确定所述协议数据单元是否是非本地协议数据单元。

4、按照权利要求 1 所述的转发方法，其中利用 IPX、IPv4、IPv6 或者 AppleTalk 协议路由非本地协议数据单元。

5、按照权利要求 1 所述的转发方法，其中所述方法还包括从相应的一个或多个非本地协议数据单元中除去 MPLS 标记的步骤。

6、按照权利要求 5 所述的转发方法，其中除去步骤包括如果 MPLS 标记指出要执行取出 MPLS 标记的倒数第二路程段取出功能，则在路由前从相应的非本地协议数据单元中除去 MPLS 标记的步骤。

7、按照权利要求 5 所述的转发方法，其中除去步骤包括如果 MPLS 标记的查寻指出要取出 MPLS 标记，则在路由前从相应的非本地协议数据单元中除去 MPLS 标记的步骤。

8、按照权利要求 1 所述的转发方法，其中每个标记交换路径包括一个或多个标记交换路由器。

9、按照权利要求 1 所述的转发方法，其中所述路由器在基本相同的时间以基本的线路速率用作入口标记交换路由器，出口标记交换路由器以及标记交换路由器。

10、一种在包含一个允许 MPLS 的路由器和若干允许 MPLS 的 VLAN 桥接器的 MPLS 网络中转发数据分组的方法，所述方法包括下述步骤：

根据与数据分组相关的 VLAN，在一个 VLAN 桥接器中把第一 MPLS 标记附到该数据分组上；

通过第一 MPLS 隧道从所述一个 VLAN 桥接器把该数据分组发送给所述路由器；和

把该数据分组发送给另一个 VLAN 桥接器。

11、按照权利要求 10 所述的转发方法，还包括在转发数据分组之前，利用第二 MPLS 标记来标记交换第一 MPLS 标记的步骤，其中通过第二 MPLS 隧道转发该数据分组。

12、按照权利要求 10 所述的转发方法，还包括除去第一 MPLS 标记，以及利用 IPX、IPv4、IPv6 或 AppleTalk 协议路由该数据分组的步骤。

13、按照权利要求 12 所述的转发方法，其中利用 IPX、IPv4、IPv6 或 AppleTalk 协议把该数据分组转发到外部网络。

14、按照权利要求 12 所述的转发方法，还包括附上第二 MPLS 标记的步骤，其中通过第二 MPLS 隧道转发该数据分组，其中所述第二 MPLS 隧道可包括和第一 MPLS 隧道相同的标记交换路由器。

15、按照权利要求 10 所述的转发方法，还包括除去第一 MPLS 标记，桥接该数据分组以及把第二 MPLS 标记附到该数据分组上的步骤，其中通过第二 MPLS 隧道转发该数据分组，其中所述第二 MPLS 隧道可包括和第一 MPLS 隧道相同的标记交换路由器。

16、一种通信网络，所述通信网络包括：

不具备实际路由能力的若干第一节点；

具备实际路由能力的一个第二节点；和

每个第一节点和所述第二节点之间的至少一个相互连接，

其中每个第一节点通过在所述第一节点和所述第二节点之间的至少一个互相连接与所述第二节点相互作用，从而向所述第一节点提供

仿真路由能力。

17、按照权利要求 1 所述的网络，其中所述相互作用包括在所述第一节点和所述第二节点之间的所述至少一个相互连接上建立的至少一个标记交换路径上，从所述第一节点向所述第二节点传送供路由的至少一个数据单元。

具有允许 LSP 的虚拟路由的 L2/L3 网络

本申请要求 2001 年 7 月 3 日提交的美国临时申请 No.60/302967 “具有允许 LSP 的虚拟路由的 L2/L3 网络”的优先权，该临时申请的内容作为参考整体包含于此。

技术领域

本发明涉及 L2/L3 网络，更具体地说涉及多协议标记交换(MPLS)的实现。

背景技术

在支持桥接和路由的网络（即层 2/层 3（L2/L3）网络）中，一般安装同时具有桥接和路由能力的交换节点（即桥接器/路由器），并且配置这样的节点以便桥接本地协议数据单元（PDU）并且发送非本地 PDU。这种安排一般意味着产生和具有一种转发能力或另一种转发能力的交换节点相比，开销大得多的交换节点，从而导致产生该网络时复杂性和费用的增大。

通过安装只具有桥接能力的交换节点（即桥接器）或者只具有路由能力的交换节点（即路由器），能够避免这样的开销，并把桥接器配置成把非本地 PDU 桥接到外部路由器以便发送。但是把 PDU 桥接到外部路由器伴随产生桥接固有的所有低效率，例如不必要的溢流、不能保证带宽及有限的区分优先次序能力。

于是，希望实现支持桥接和路由，但是既不需要桥接器/路由器又不需要把非本地 PDU 桥接到外部路由器以便发送的 L2/L3 网络。

发明内容

根据本发明的一个实施例，提供一种包含若干允许 MPLS 的桥接

器、一个允许 MPLS 的路由器和使各个桥接器与该路由器互连的若干标记交换路径的 L2/L3 网络。桥接器桥接本地协议数据单元，并且在所述若干标记交换路径中的相应路径上把非本地协议数据单元交换给路由器，随后该路由器发送非本地协议数据单元。

在根据本发明的另一实施例中，提供一种在包含通过若干标记交换路径互连的若干允许 MPLS 的桥接器和一个允许 MPLS 的路由器的 L2/L3 网络中转发协议数据单元的方法。从桥接器桥接本地协议数据单元，通过所述若干标记交换路径中的相应路径，把非本地协议数据单元从桥接器交换到所述路由器。随后使用所述路由器发送非本地协议数据单元。

在根据本发明的又一实施例中，提供一种在包含一个允许 MPLS 的路由器和若干允许 MPLS 的 VLAN 桥接器的 MPLS 网络中转发数据分组的方法。根据与数据分组相关的 VLAN，在一个 VLAN 桥接器中把第一 MPLS 标记附到该数据分组上。通过第一 MPLS 隧道从所述一个 VLAN 桥接器把该数据分组发送给路由器，随后该数据分组被发送给另一个 VLAN 桥接器。

在根据本发明的又一实施例中，提供一种通信网络。所述通信网络包括若干第一节点，一个第二节点，以及每个第一节点和所述第二节点之间的至少一个相互连接。第一节点不具备实际路由能力，而第二节点具备实际路由能力。每个第一节点通过所述第一节点和所述第二节点之间的至少一个互相连接与所述第二节点相互作用，从而向所述第一节点提供仿真路由能力。

附图说明

结合附图根据下述详细说明，可理解本发明的这些及其它方面，其中：

图 1 是可用于实现根据本发明的一个实施例的 L2/L3 网络的系统图；

图 2 是根据本发明的一个实施例中的 MPLS 网络的系统图；

图 3 是根据本发明的另一实施例中的 MPLS 网络的系统图;

图 4 图解说说明 MPLS 标记的格式;

图 5 是根据本发明的一个实施例在边缘标记交换路由器 (E-LSR) 的 MPLS 数据分组处理的流程图。

具体实施方式

图 1 是可用于实现根据本发明的实施例的例证 L2/L3 网络 100 的系统图。L2/L3 网络 100 包括通过标记交换路径 (LSP) (例如多协议标记交换 (MPLS) LSP) 103、105、109 和 111 借助允许 MPLS 的路由器 106 互连的允许 MPLS 的虚拟局域网 (VLAN) 桥接器 102、104、108 和 110。LSP 103、105、109 和 111 均包括一个或多个 LSP。当执行 MPLS 功能时, 桥接器 102、104、108 和 110 及路由器 106 可被称为标记交换路由器 (LSR)。每个 LSP 都包括一个或多个 LSR。LSP 也可被称为隧道、LSP 隧道、MPLS 隧道 (当使用 MPLS 标记时), 或者用本领域中常规的其它任何符号表示。L2/L3 网络 100 还包括分别与 VLAN 桥接器 102、104、108 和 110 耦接的若干 LAN 主机 112、114、116 和 118 (层 2 网络)。

为了便于举例说明, 如图所示的 L2/L3 网络 100 只包括一个路由器 106、四个 VLAN 桥接器 102、104、108 和 110 和 LAN 主机 112、114、116 和 118。实际上本领域的技术人员会认识到用于实现本发明的各个不同实施例的 L2/L3 网络可包括不同数目的路由器、VLAN 桥接器、LAN 主机和/或其它类型的网络部件。

VLAN 桥接器 102、104、108 和 110 桥接本地 PDU 并在 LSP 之一上把非本地 PDU 交换给路由器 106。PDU (或数据分组) 包括 TCP/IP 包, 以太网帧、或者其它数据协议类型的 PDU。例如, 路由器 106 可通过 LSP 从 VLAN 桥接器之一接收 PDU, 除去标记, 利用 IP (例如 IPv4 或 IPv6) 协议发送该 PDU, 并且随后把该 PDU 转发给该 PDU 已被送到的外部网络。

另外例如, 路由器 106 可通过 LSP 从 VLAN 桥接器之一接收 PDU,

除去标记，在内部路由或桥接该 PDU，应用新的标记，并且随后通过包括经过其接收该 PDU 的 LSP 在内的任意 LSP 把该 PDU 标记交换给 VLAN 桥接器。在路由器和目的地 VLAN 桥接器之间，每个 LSP 可包括一个或多个路程段(例如 LSR)。把 PDU 发送到从其接收该 PDU 的相同 LSP 可被称为一个分路路由。路由器 106 还通过 LSP 从 VLAN 桥接器之一接收 PDU，在标记交换中除去标记并添加一个新标记，随后通过 LSP 将其转发给 VLAN 桥接器之一。

通过在 LSP 上把非本地 PDU 交换给路由器，可避免安装桥接器/路由器的复杂性和费用，同时不存在伴随把非本地 PDU 桥接到外部路由器产生的问题。例如，把非本地 PDU 交换给路由器 106 不会涉及溢流，能够保证带宽，并且允许区分优先次序方面的灵活性。

于是在根据本发明的一个实施例中，通过利用在 VLAN 桥接器上实际不存在路由器的情况下，在 VLAN 桥接器上产生“虚拟”路由存在的 LSP，可产生相对简单并且费用较低的 L2/L3 网络，所述 L2/L3 网络的性能特征类似于具有桥接器/路由器的 L2/L3 网络。例如，与相同 VLAN 相关，但是和远距离的 VLAN 桥接器耦合的多个子网(例如 LAN 主机)可相互虚拟连接，好像不存在插入网络一样。另外例如，可通过利用标记封装 PDU 的标记交换在因特网内发送诸如不具有路由信息的以太网帧之类的层 2 PDU。

在路由器 106 和各个 VLAN 桥接器之间存在一个以上 LSP 的实施例中，VLAN 桥接器可选择到路由器 106 的第一 LSP，以便根据与非本地 PDU 相关的 VLAN 传输该非本地 PDU。例如，可通过直接把相关的 VLAN 值映射为标记值(例如 MPLS 标记值)，从而利用层 2 信息触发标记交换，选择 LSP。

对于层 2 触发来说，可特别在路由器 106 的某些端口上产生 VLAN，以致如果这些端口接收与这样的 VLAN 相关的 PDU，则路由器 106 可把这些 PDU 放入相应的隧道中。可产生一个表格并将其用于 VLAN 值和标记值之间的映射。例如，VLAN 桥接器 102 可从 LSP 中选择第一 LSP 103，把非本地 PDU 传送给路由器 106。此外例如路由

器 106 可选择第二 LSP, 根据 IP 地址和/或与接收的 PDU 相关的其它 L2/L3 地址传送接收的 PDU。

此外, 路由器 106 可具有从接收的 PDU 的标记堆栈除去(或取出)标记并且桥接或发送接收的 PDU 的能力。这允许在 VLAN 桥接器 102、104、108 和 110 与路由器 106 之间配置经过零个或多个中间节点(它可包括 LSR)的 LSP, 并可减少或者消除对任意中间节点支持(例如对 MPLS 倒数第二路程段取出(penultimate hop pop: PHP)功能)的需要。

L2/L3 网络的一个例子是使用 E.Rosen 等在网络工作组请求评议(RFC) 3032, "MPLS Label Stack Encoding"(<http://www.ietf.org/rfc/rfc3032.txt>)(日期 2001 年 1 月)中描述的 MPLS 标记堆栈编码的网络, 其内容作为参考整体包含于此。如同 RFC3032 中所述, MPLS 规定可应用于使用 MPLS 标记的数据分组的封装方法。这种封装方法允许沿着 LSP 容易地转发这样封装的数据分组, 所述 LSP 包含其中所述路径具有一些所需特征(例如带宽或者服务质量(QoS))的 LSR。例如, 使用 MPLS 交换, 可利用 MPLS 标记封装来自子网的非本地 PDU(带有层 2 信息), 并且将其交换给另一子网, 而不必向该 PDU 引入用于层 3 交换的层 3 信息。

通常代表网络的出口边缘的出口标记交换路由器(E-LSR)一般指令上游 LSR 从与特定 LSP 相关的数据分组“取出”MPLS, 以致 MPLS 封装的数据分组失去它们的特殊封装, 重新加入常规 IPv4 路由的领域。

称为倒数第二路程段取出(PHP)的上游 LSR 最好使 E-LSR 免除取出 MPLS 封装并且随后不得不检查并转发基础的 IPv4 数据分组的额外负担。基本上, 当 MPLS 封装的数据分组进入 PHP 时, MPLS 封装被“取出”并且基础的 IPv4 数据分组被转发给 E-LSR。随后 E-LSR 可根据其内部 IPv4 信息发送该数据分组。

但是, 这种方法存在一些问题。首先, 上游装置必须具有 PHP 能力, 其次由于出口步骤分布在两个装置之间, 因此配置和管理任务过

多, 第三, PHP 方案限制了可从 LSP 外出的通信的类型(目前, 出口通信被限制为 IPv4 或 IPv6)。

于是, 在根据本发明的一个实施例中, 通过从上游 LSR 除去 PHP 功能, 并且允许 E-LSR 具有下述能力, 解决伴随 PHP 产生的问题:

1) E-LSR 最好应能够“取出”MPLS 标记堆栈(这通常由倒数第二个路由器完成), 从而把 PHP 和 E-LSR 功能压缩到单个装置中(而在常规实现中, 它们是两个装置); 和

2) E-LSR 最好应能够检查基础数据分组, 并据此进行路由/桥接。

此外, E-LSR 最好在几乎不损失线路速率处理的情况下执行上述操作。

图 2 是根据本发明的一个实施例中的 MPLS 网络 200 的系统图。MPLS 网络 200 与外部网络 220 耦接。MPLS 网络 200 包含通过 MPLS LSP 203、205、209 和 211 借助 E-LSR(边缘/出口 LSR) 206 彼此互连的虚拟局域网(VLAN)桥接器 202、204、208 和 210。E-LSR 206 也可用作 LSR 和/或用作入口 LSR(I-LSR)。E-LSR 206 最好能够同时起多个 LSP 的 E-LSR、LSR 和 I-LSR 的作用, 同时以线路速率执行转发功能。MPLS 网络 200 还包括分别与 VLAN 桥接器 202、204、208 和 210 耦接的若干 LAN 主机 212、214、216 和 218。

为了便于图解说, 如图所示的 MPLS 网络 200 只包含一个 E-LSR 206、四个 VLAN 桥接器 202、204、208 和 210 及 LAN 主机 212、214、216 和 218。实际上, 本领域的技术人员会认识到根据本发明的各个不同实施例中的 MPLS 网络可包含不同数目的 LSR、VLAN 桥接器、LAN 主机和其它网络装置。例如, LSP 203、205、209 和 211 均可包含用于执行 MPLS 标记交换的一个或多个 LSR。

E-LSR 206 位于 MPLS 网络 200 的边缘。从而当 E-LSR 206 通过 LSP 从 VLAN 桥接器 202、204、208 和 210 之一接收 MPLS 数据分组(或者 MPLS PDU)时, E-LSR 206 可除去 MPLS 标记, 利用 IPv4 协议发送该数据分组, 随后把该数据分组转发给外部网络 220, 外部网络 220 可包括 L2、L3、MPLS 和/或其它网络装置。此外, E-LSR 206

可在除去 MPLS 标记之后把 MPLS 数据分组转发给另一 MPLS 网络（例如在外部网络 220 中）。接收 MPLS 网络随后可向该数据分组加入专用于该 MPLS 网络的标记。

另外例如，E-LSR 206 可通过 LSP 从 VLAN 桥接器 202、204、208 和 210 之一接收一个 MPLS 数据分组，除去 MPLS 标记，路由或桥接该数据分组，应用新的 MPLS 标记，并且随后通过包括通过其接收该 PDU 的 LSP 在内的任意 LSP，把该数据分组标记交换给所述数据分组已被桥接或发送给的 VLAN 桥接器。在 E-LSR 和目的地 VLAN 桥接器之间，每个 LSP 可包括一个或多个路程段（例如 LSR）。把 MPLS 数据分组发送给通过其接收 MPLS 数据分组的 LSP 可被称为一个分路路由。

E-LSR 206 还可通过 LSP 从 VLAN 桥接器 202、204、208 和 210 之一接收 MPLS 数据分组，在标记交换中除去 MPLS 标记并添加一个新的 MPLS 标记，随后通过一个 LSP 将其转发给 VLAN 桥接器之一，所述一个 LSP 可包括 E-LSR 206 和目的地 VLAN 桥接器之间的一个或多个路程段（例如 LSR）。

虽然 MPLS 网络 200 具有单个 E-LSR 206，但是 MPLS 网络可具有一个以上的 E-LSR。但是，每个 MPLS 隧道最好与一个 E-LSR 相关，其它 E-LSR 可用于故障转移目的（fail over purpose），即当 MPLS 隧道中的一个或多个 LSR 出故障时用作备份，并且可由 MPLS/RSVP（资源保留设置协议）或 LDP（标记分发协议）控制。

图 3 是根据本发明的另一实施例中的 MPLS 网络 225 的系统图。MPLS 网络 225 包括一个 LSR 230，LPS240、242 和 VLAN A 桥接器 232、234 以及分别和 VLAN A 桥接器 232、234 耦接的 LAN 主机 233、235。MPLS 网络 225 还包括其它 LSR、LSP、VLAN 桥接器、LAN 主机和/或其它网络装置。为了便于举例说明，图中所示 LSP 240 和 242 分别包括路由器 236 和 238。实际上，LSP 240 和 242 均可包括多个路由器和/或 LSR。根据图 2 中图解说明的网络装置的配置，下面将参考 MPLS 网络 225 说明的 MPLS 交换也可应用于图 2 的 MPLS 网络 200。

在 MPLS 网络 225 中, VLAN A 桥接器 232 和 234 及 LSR 230 最好与相同的 VLAN, VLAN A 相关, 并且 LSR 230 最好能够桥接与 VLAN A 相关的数据分组(例如帧)。但是, 当路由器 236 和/或路由器 238 不具有 L2 桥接能力时, 不能把来自与 VLAN 桥接器 232 耦接的 LAN 主机 233 之一的数据分组桥接到与 VLAN 桥接器 234 耦接的 LAN 主机 235 之一。

这种情况下, VLAN A 桥接器 232 最好起入口-LSR (I-LSR) 的作用, 以便利用 MPLS 标记封装来自 LAN 主机 233 的数据分组。封装后的数据分组最好随后通过 LSP 240 和 242 被 MPLS 交换给 VLAN A 桥接器 234, 除了起 LSR 作用的路由器 236 和 238 之外, LSP 240 和 242 也都包括 LSR。

在 MPLS 数据分组路径中, LSR 230 可利用其基础 (L2) 协议桥接数据分组, 随后向该数据分组施加 MPLS 标记, 以便将其 MPLS 交换给 VLAN A 桥接器 234。这种情况下, LSR 230 接收的数据分组的数据分组 MPLS 标记可能是保留为要由 LSR 230 取出、以供 LSR 230 桥接数据分组并且对其应用一个新的 MPLS 标记的特殊标记。

随后 VLAN A 桥接器 234 最好起出口-LSR (E-LSR) 的作用, 从而取出 MPLS 标记并且把该数据分组桥接给 LAN 主机 235。当在 LSP 242 中的 VLAN A 桥接器 234 的上游使用 PHP 时, MPLS 标记取出实际可由 PHP 完成, 而不由 VLAN A 桥接器 234 完成。

图 4 表示 MPLS 标记的格式。MPLS 标记(在 MPLS 填隙 (shim) 报头 254 中)一般被插入 L2 (数据链路层) 报头 252 和 L3 (网络层) 报头 256 之间。MPLS 标记还可以被嵌入 L2 报头中。例如, 当使用的 L2 层是点对点协议 (PPP) 或者媒体访问控制 (MAC/以太网) 时, MPLS 标记可被插入 L2 报头和 L3 报头之间。另外, 当使用的 L2 层是异步传输模式 (ATM) 或帧中继时, 虚拟路径标识符/虚拟通道标识符 (VPI/VCI) 和数据链路连接标识符 (DLCI) 可分别用作 MPLS 标记。

MPLS 填隙报头 254 包括标记字段 260、实验用途字段 (EXP)

262、堆栈底部指示符(S)264 和有用时间(time-to-live)指示符(TTL)266。标记字段 260 携带标记的实际值。当收到标记的数据分组时，查寻位于堆栈顶部的标记值。作为成功查寻的结果，确定该数据分组将被转发给的下一路程段。此外，通过查寻可确定转发前要对该标记堆栈进行的操作（例如顶层堆栈替换、标记堆栈条目弹出和/或标记堆栈条目添加）。

对于标记堆栈中的最后条目（即对于堆栈的底部），堆栈底部指示符 264 被设置为 1，对于所有其它标记堆栈条目，堆栈底部指示符 264 被设置为 0，有用时间指示符 226 可用于对有用时间编码。此外，为实验用途保留实验用途字段。

图 5 是参照图 2 的 MPLS 网络 200，图解说明在本发明的一个实施例中转发 MPLS 数据分组的过程的流程图。在步骤 300，MPLS 数据分组通过 LSP 从 VLAN 桥接器之一进入 E-LSR 206。当进入 E-LSR 206 时，步骤 302 中的过程最好检查 MPLS 标记是否是指示将为接收的 MPLS 数据分组执行 PHP 功能的保留标记。该 MPLS 标记可能已由 I-LSR（就图 2 中的 MPLS 网络而论，它和 E-LSR 206 相同）或者由发生正常 PHP 的隧道中的另一 LSR 引入，所述另一 LSR 一般是紧邻 E-LSR 206 位于其上游的 LSR。如果 MPLS 标记是指示 PHP 功能性的保留标记，则最好如步骤 306 中所示，E-LSR 除去（或者取出）该 MPLS 标记。

但是，如果 MPLS 标记不是专供取出之用的标记，则步骤 304 中的过程最好执行标记查寻，以确定是否应除去该 MPLS 标记。可借助诸如 RSVP 或 LDP 之类的信令协议通知 LSR 除去 MPLS 标记。如果查寻指出该 MPLS 标记要被除去，则最好如步骤 306 中所示除去该 MPLS 标记。如果否，则该 MPLS 标记被保留，不被除去。在其它实施例中，LSR 也可被静态配置成除去某些标记。

如果 MPLS 标记不被除去，则步骤 308 中的过程可通过 LSP 203、205、209 和 211 之一将该 MPLS 数据分组转发给 VLAN 桥接器之一。在转发 MPLS 数据分组之前，可交换标记；换句话说，E-LSR 可起

LSP 中其它任意 LSR 的作用，并且在 MPLS 交换该数据分组之前，用新的 MPLS 标记替换该 MPLS 标记。

如果在步骤 306 中除去该 MPLS 标记，则最好恰当地检查并转发基础数据分组。换句话说，在步骤 310 中，E-LSR 206 最好利用例如 IPv4 或 IPv6 协议执行路由查寻，以确定把该数据分组转发给何处。E-LSR 206 还可执行桥接，以便确定把该数据分组转发给何处。如果转发信息（例如来自路由查寻）在步骤 312 指示新的 LSP，则通过 LSP 以具有新的 MPLS 标记的 MPLS 数据分组的形式把该数据分组转发给 VLAN 桥接器之一。如果转发信息不指示新的 LSP，则最好利用基础协议转发该数据分组，所述基础协议可包括 L2（桥接）、L3（例如 IPv4 或 IPv6）或者其它任何适当的协议。换句话说，可以任何适当的方法转发该数据分组。由于在相同接口上可存在一个以上的到不同目的地的隧道，因此数据分组可从一个 MPLS 隧道进入该 LSR，随后通过相同接口上的另一 MPLS 隧道上的交换被转发。

本领域的技术人员会认识到在不脱离本发明的精神或基本特征的情况下，可以其它具体的形式实现本发明。于是本说明只是对本发明的举例说明，而不是对本发明的限制。本发明的范围由附加权利要求限定，包括在其等同物的含义和范围内的所有变化都包含在附加权利要求内。

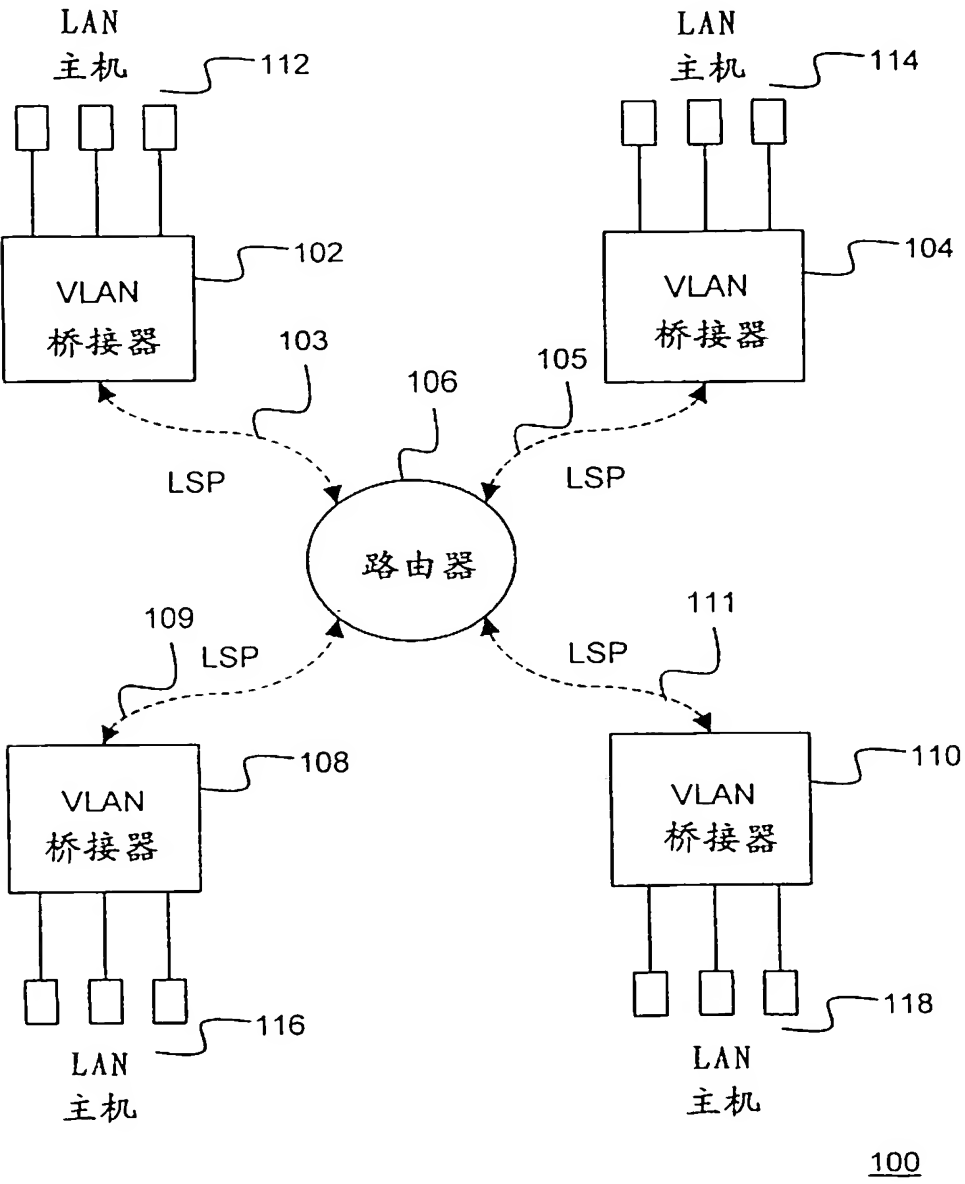


图 1

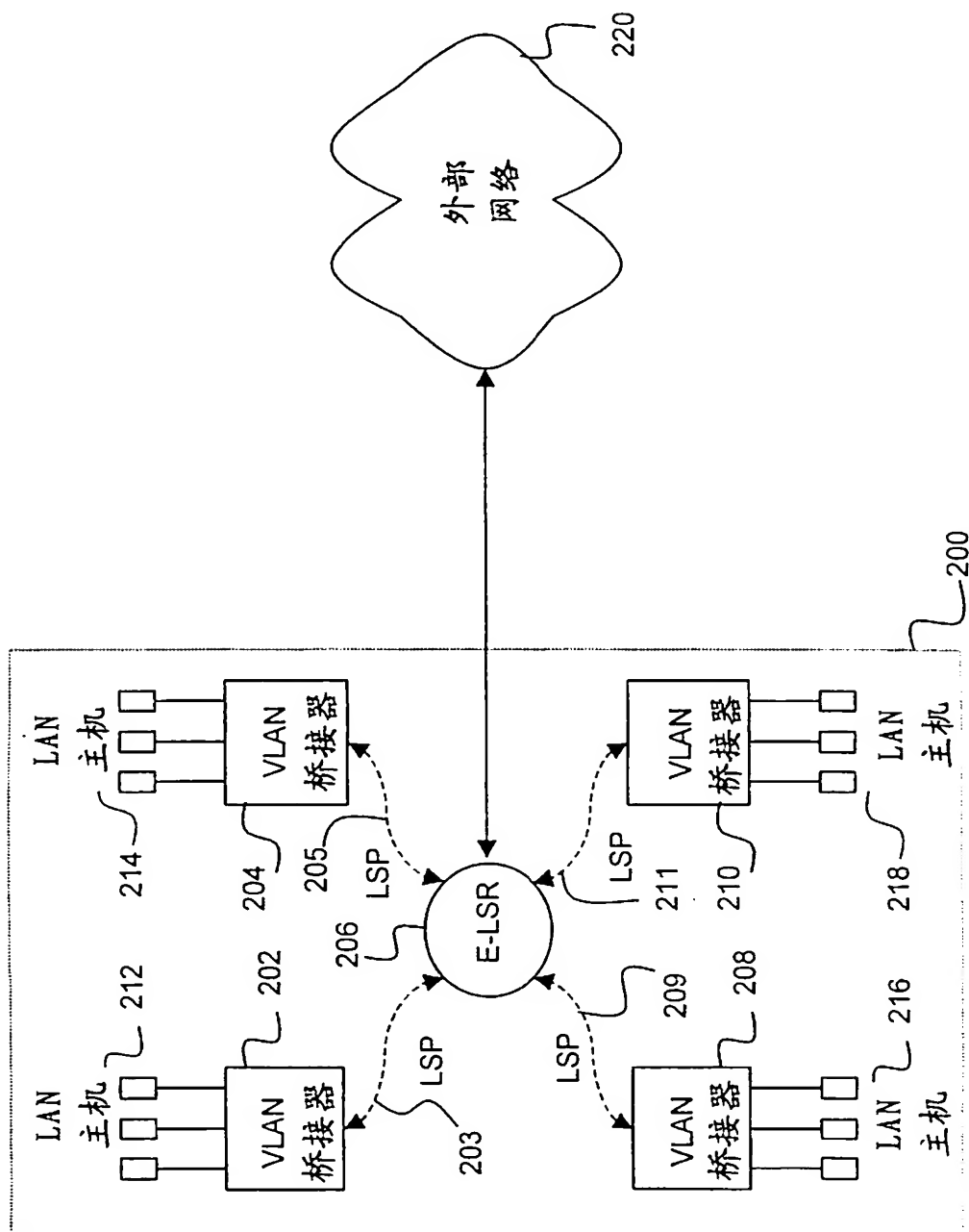


图 2

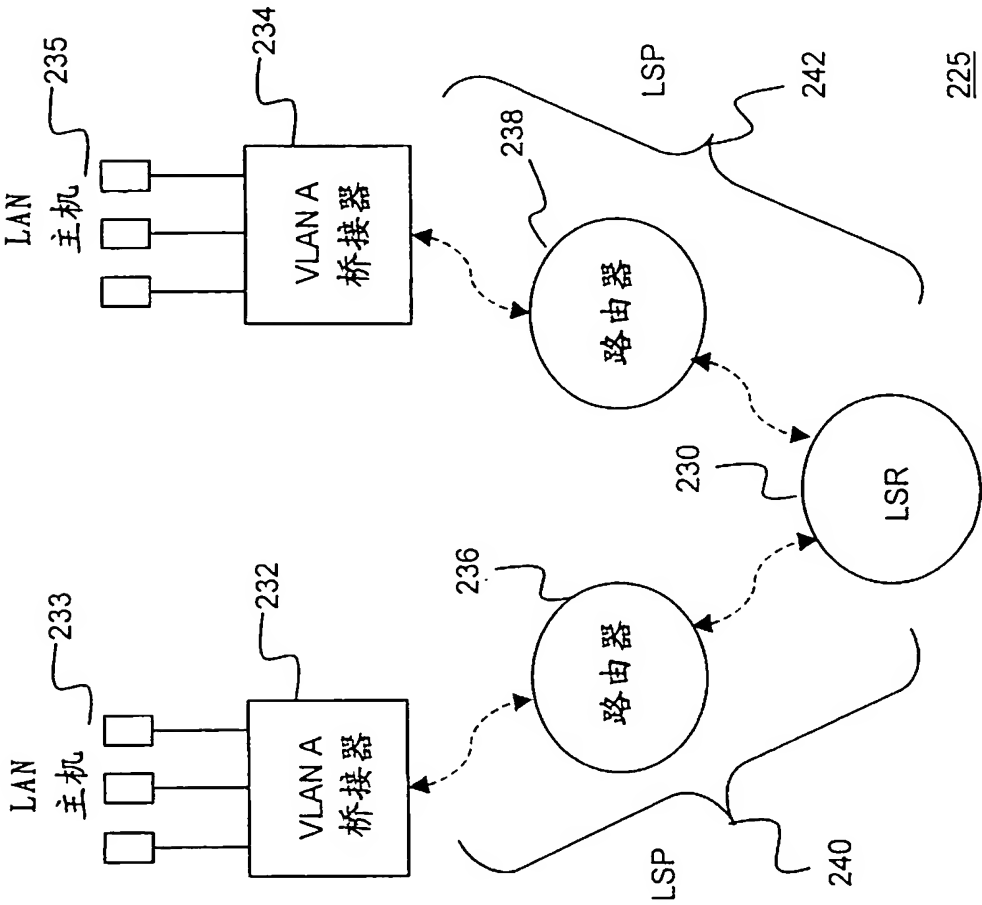


图 3

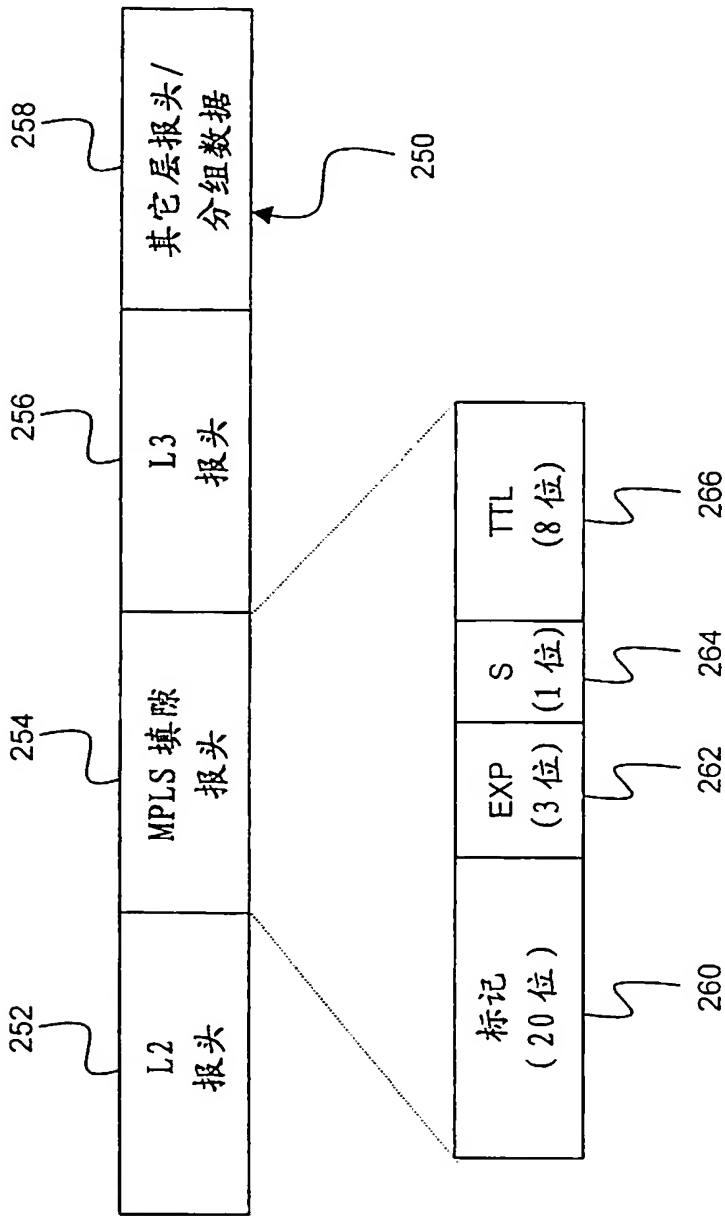


图 4

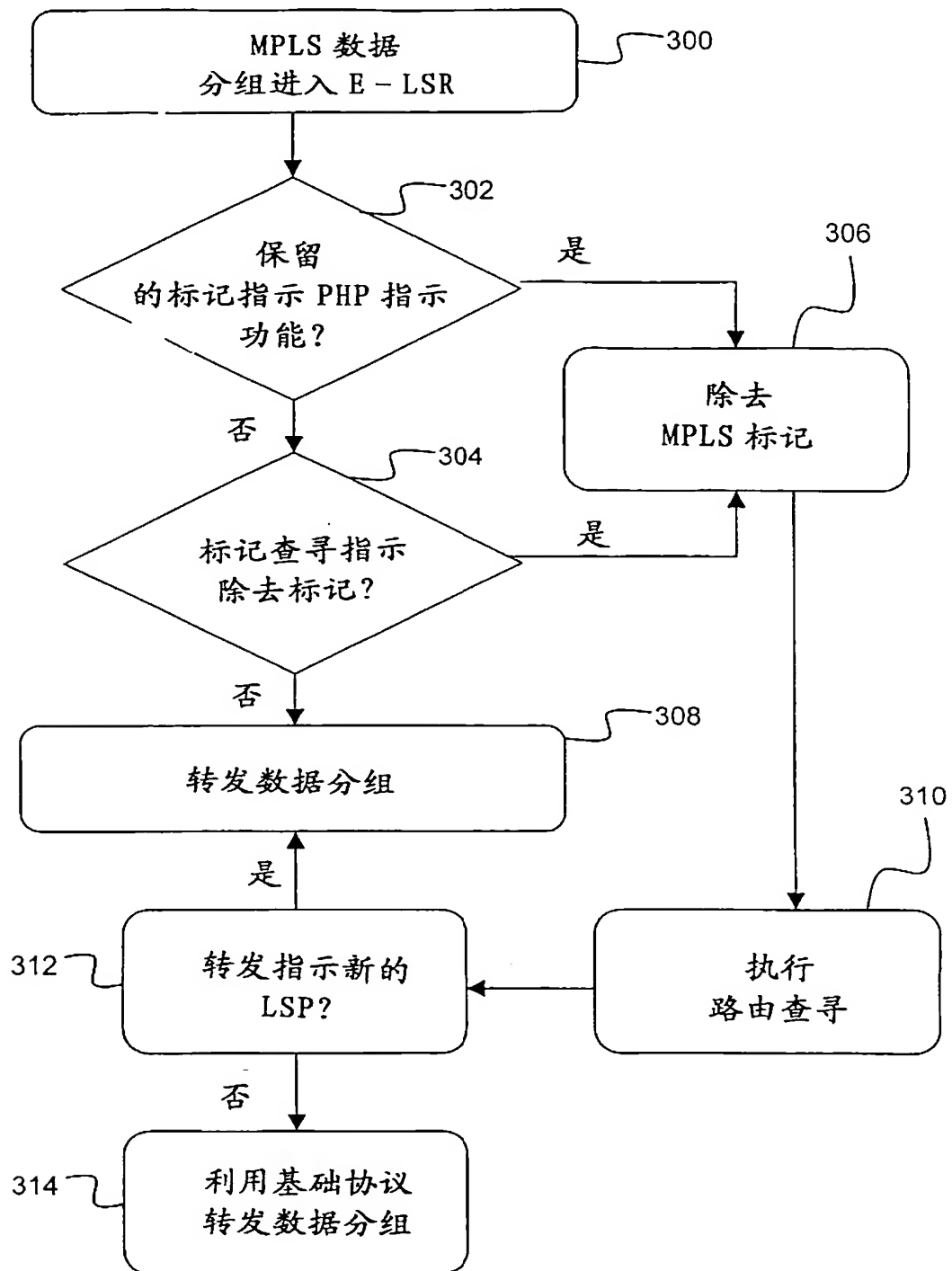


图 5